



Projektvorstellung eines Forschungsvorhabens, gefördert im Rahmen des 4. Energieforschungsprogramms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Projektträger Biologie, Energie, Umwelt (BEO)  
Forschungszentrum Jülich GmbH

## **DEUTSCHE LEITUNG UND BETEILIGUNG AM IEA-SHC-TASK 25 „SOLAR ASSISTED AIR CONDITIONING OF BUILDINGS“**

Förderkennzeichen 032 7253 A

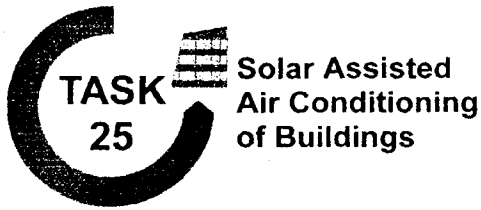
Durchführung: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)  
Oltmannsstr. 5, 79100 Freiburg  
Projektleitung: Dr. Hans-Martin Henning

Im Rahmen des Solar Heating & Cooling Programmes der Internationalen Energie Agentur (IEA) wird in einem neuen Projekt – Task 25 Solar Assisted Air Conditioning of Buildings – die solarunterstützte Klimatisierung von Gebäuden untersucht. Inhalt des Projektes ist es, den Stand der Technik zu evaluieren und Defizite zu identifizieren (Subtask A), Planungshilfen für Architekten und Fachplaner in Form von technischen Beschreibungen und Auslegungsprogrammen zu entwickeln (Subtask B), aussichtsreiche Konzepte der solarunterstützten Gebäudeklimatisierung zu identifizieren und weiter zu entwickeln (Subtask C) und aussichtsreiche Konzepte in Demonstrationsvorhaben umzusetzen und Erfahrungen im realen Betrieb zu sammeln (Subtask D). Im Rahmen dieses Vorhabens wird die Gesamtleitung von Task 25 durchgeführt und es wird wissenschaftliche Zuarbeit zu den Subtasks A, B und C geleistet. Inhaltliche Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit betreffen die thermische Solartechnik für die Gebäudeklimatisierung, die Regelung und Optimierung der Gesamtsysteme sowie die klimatechnischen Verfahren, denen Prozesse der Feststoffsorption zugrunde liegen (zum Beispiel Adsorptionskältetechnik).

Beginn Förderung: 01.12.1999  
Ende Förderung: 30.11.2002  
Gesamtkosten: 998.790,00 DM  
Förderanteil Bund: 85 %

Förderung des FIA-Projektes: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, BMWi  
Projektentwicklung: Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Biologie, Energie, Umwelt (BEO)  
Projektdurchführung: Fachinstitut Gebäude-Klima e. V., Danziger Str. 20, 74321 Bietigheim-Bissingen,  
Tel.: 07142/54498, Fax: 07142/61298, e-mail: fgk-ev@t-online.de, Internet: <http://www.fgk.de>  
Redaktion der FIA-NEWS: Günther Mertz M.A., Lars Giller





## IEA-SHC-Task 25 ,Solar Assisted Air Conditioning of Buildings' – Operating Agent und wissenschaftliche Begleitung

Hans-Martin Henning, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Oltmannsstr. 5, D-79100 Freiburg

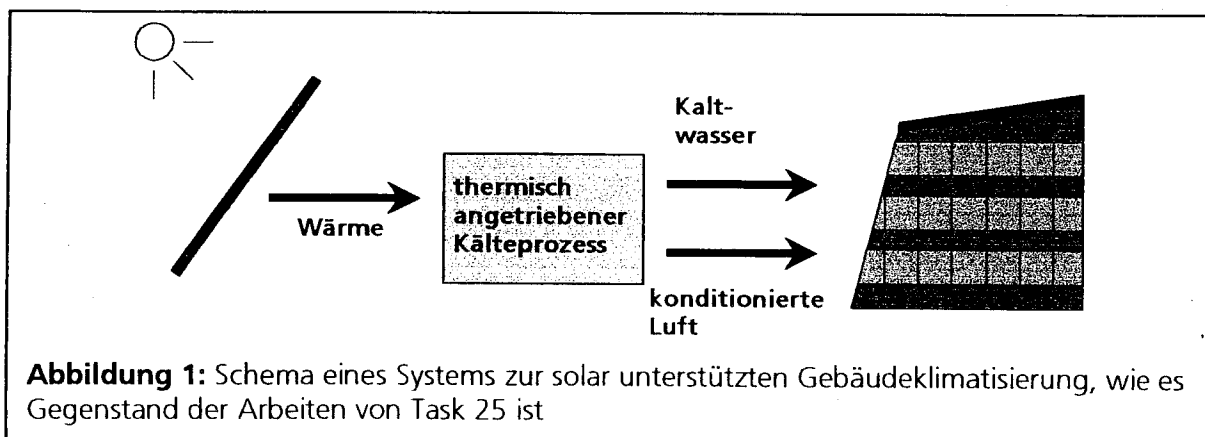
### Einleitung

Im Rahmen des Solar Heating & Cooling Programmes der Internationalen Energie-Agentur (IEA) wird unter Beteiligung von 12 Ländern seit Juni 1999 ein neues Forschungsvorhaben (Task 25) durchgeführt, das sich mit der solar unterstützten Klimatisierung von Gebäuden befasst. Gesamtziel von Task 25 'Solar Assisted Air Conditioning of Buildings' ist es, die Bedingungen für die Markteinführung von solar unterstützten Klimatisierungsanlagen zu verbessern. An dem Vorhaben beteiligen sich die folgenden Länder: Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Israel, Italien, Japan, Mexiko, Niederlande, Österreich, Portugal, Spanien. Im Rahmen des hier beschriebenen Vorhabens wird einerseits die Gesamtleitung von Task 25 durchgeführt und andererseits werden inhaltliche Beiträge zu den einzelnen Arbeitsbereichen geliefert.

### Das Arbeitsprogramm von Task 25

Der Schwerpunkt der Arbeiten von Task 25 konzentriert sich auf die haustechnischen Anlagen zur Versorgung mit konditionierter Luft und/oder Kaltwasser für die Raumklimatisierung; die Gebäudehülle und alle Maßnahmen zur Minimierung von Kühllasten durch passive Techniken sind nicht Forschungsgegenstand. Im Vorfeld des Projektes wurden weitere Schwerpunkte definiert:

- Es sollen im wesentlichen zentrale Lüftungsanlagen und Kältezentralen behandelt werden, da hier einerseits die technische Anbindung an die Solartechnik am weitesten fortgeschritten ist und eine wirtschaftliche Umsetzung eher sichtbar ist als für Kleinanlagen.
- Es werden thermisch angetriebene Verfahren untersucht, d.h. Verfahren, die mit allen Arten solarthermischer Kollektoren angetrieben werden können. In Abbildung 1 ist ein sehr vereinfachtes Schema der betrachteten Systeme dargestellt.



## Beschreibung der Arbeitsinhalte

Die Arbeiten sind in vier Arbeitsbereiche (sogenannte Subtasks) gegliedert. Im folgenden sollen die zentralen Arbeitsinhalte sowie der Stand der Arbeiten in den einzelnen Arbeitsgebieten dargestellt werden.

### Subtask A: Survey of solar assisted cooling

Ziel von Subtask A, die im Jahr 2000 abgeschlossen werden soll, ist es, einen Überblick über den Stand der Technik zu erarbeiten. Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt in dem die wesentlichen Daten von realisierten Anlagen der solaren Kühlung und Gebäudeklimatisierung ermittelt werden. Die im Fragebogen abgefragten Bereiche sind:

- allgemeine Informationen (Daten der Betreiber, Planer, Hersteller, Anwendungsbereich usw.)
- Angaben zum Standort und Klimadaten
- Auslegungsdaten der Anlage
- Ergebnisse zur Energiebilanz
- ökonomische Daten
- Betriebserfahrungen
- weitere Unterlagen (Pläne, Fotografien, ggf. Veröffentlichungen)

Innerhalb der deutschen Beteiligung an Subtask A wurde zunächst eine Recherche zu bestehenden Anlagen durchgeführt. Es wurden insgesamt 19 Anlagen identifiziert und derzeit werden zu diesen Anlagen auf der Basis der vorliegenden Fragebögen Daten gesammelt. Einen Überblick über die Anlagen gibt Tabelle 1 auf folgender Seite (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

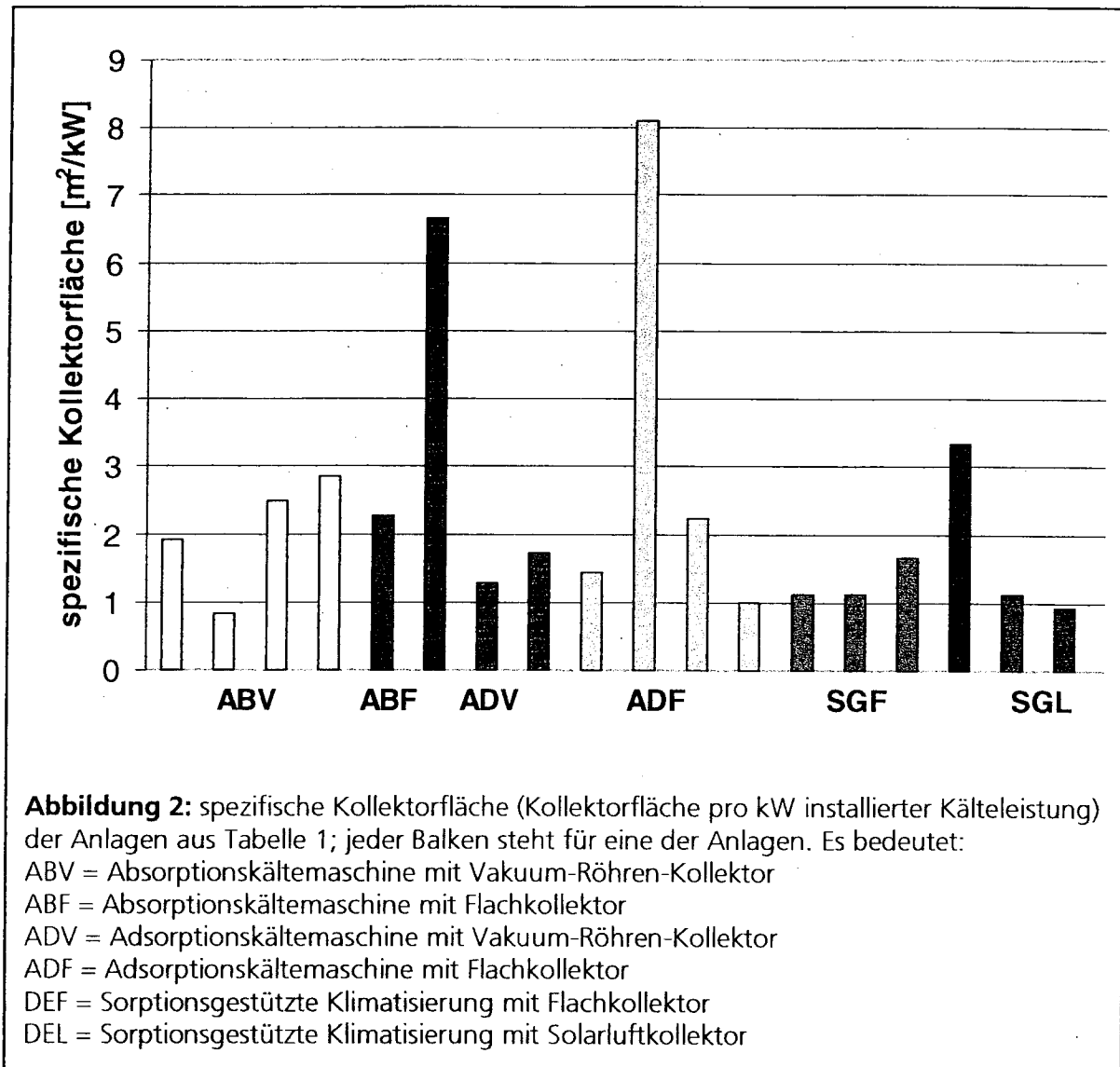
Aus den Gesprächen mit Planern und Betreibern können bislang folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Anlagentechnik wird durch die Einführung der Solaranlage als (zusätzliche) Wärmequelle deutlich komplexer als bei konventionellen Systemen; dies um so mehr, wenn – wie bei den meisten Systemen der Fall – zusätzlich ein wärmeseitiger Pufferspeicher eingebracht wird. Dadurch dauert es lange, bis die Anlage befriedigend betrieben wird und nur durch kontinuierliche Kontrolle können Unzulänglichkeiten in der Betriebsführung aufgedeckt werden.
- Es ist unklar, wie die Anlage optimal geregelt wird. Aus Sicht der Solaranlage ist es wünschenswert, das System immer mit der niedrigsten möglichen Temperatur zu betreiben; bei den kältetechnischen Komponenten steigt dagegen die Leistung und in der Regel auch der Wirkungsgrad mit höherer Temperatur an. Hier gilt es, Regelungskonzepte zu entwickeln, die unter Umständen variable Vorlauftemperaturen der kältetechnischen Komponenten ermöglichen und so zu einer Minimierung des Gesamtprimärenergieeinsatzes führen.
- Bislang liegen kaum gesicherte Aussagen über erzielte Energieeinsparungen vor. Insofern ist ein detailliertes Monitoring mit Evaluierung und Dokumentation zur Bewertung der Techniken erforderlich.
- Es gibt bislang keine übertragbaren Regeln für die Systemauslegung. Abbildung 2 zeigt die spezifische, pro kW Kälteleistung installierte Kollektorfläche. Dabei wurden nach den einzelnen Technologien unterschieden. Für Absorptionskältemaschinen wie auch für Adsorptionskältemaschinen werden sowohl Vakuum-Röhren-Kollektoren als auch Flachkollektoren eingesetzt; die Kollektorfläche schwankt zwischen 0.8 m<sup>2</sup>/kW und rund 8 m<sup>2</sup>/kW, d.h. um einen Faktor 10. Bei den DEC-Systemen werden sowohl flüssig gekühlte Flachkollektoren als auch Solarluftkollektoren zum thermischen Antrieb eingesetzt; hier sind

Anlage	Anwendung	Technik	install. Leistung	Kollektortyp	Kollektorfläche, m <sup>2</sup>	Projektstand
Wolfferts, Köln	Büro	Absorption; Kühldecke	92 kW	VRK	176	in Betrieb seit 1995
Ott & Spies, Langenau	Büro	Absorption; Kühldecke + Quelllüftung	36 kW	VRK	30	in Betrieb seit 3 Jahren
Bundespresseamt, Berlin	Büro	Absorption	92 kW	VRK	229	geht 2000 in Betrieb
Bundesverkehrsministerium, Berlin	Einspeisung in Kältenetz	Absorption	92 kW	Hochleistungsflachkollektor	209	geht 2000 in Betrieb
ZAE Bayern, Garching	Büro, Labor	Absorption; Kühlbaflles	7 kW	VRK	20	in Betrieb seit 1 Jahr
Stadtwerke Remscheid	Büros	Adsorption; stille Kühlung	105 kW	Flachkollektor	150	in Betrieb seit 1999
Technologiezentrum Köthen	Büros	Absorption (Ammoniak-Wasser); Lüftung	15 kW	VRK	100	in Betrieb seit 2 Jahren
Bautzener Str, Dresden.	Büro	Adsorption; Kühldecke	70 kW	Flachkollektor	156	in Betrieb seit 4 Jahren
Götz, Würzburg	Büro, Verwaltung	Adsorption; Kühldecke	70 kW	Flachkollektor	70	in Betrieb seit 1996
Landesamt für Umweltschutz, Augsburg	Rechnerraum, Seminarraum, Labors	Adsorption; Kühlbaflles + Prozesskälte	247 kW	Flachkollektor (solar roof)	2000	geht 2000 in Betrieb
Stadtwerke Bückeberg	Konferenzraum, Foyer	DEC; Lüftung	30 kW	Solarluftkollektor	100	in Betrieb seit 1998
Universitätsklinikum Freiburg	Laborräume	Adsorption; Lüftung	70 kW	VRK	90	in Betrieb seit 1999
Ecotec, Bremen	Büro	Adsorption + DEC; Lüftung	70 kW (Adsorption)	VRK	120	geht 2000 in Betrieb
ILK Dresden	Versammlungsraum	DEC (LiCl) mit Wärmepumpe	18 kW	Flachkollektor mit vol. Absorber	20	in Betrieb
Technologieorientiertes Gründerzentrum, Riesa	Versammlungsraum	DEC, Lüftung	18 kW	Flachkollektor	20	in Betrieb seit 1997
Fachhochschule Stuttgart	Ausstellungsraum	DEC, Lüftung	18 kW	Solarluftkollektor	20	in Betrieb
Mayer, Alt-Hengstett	Produktionshalle	DEC	108 kW	Solarluftkollektor	100	geht 2000 in Betrieb
IHK Freiburg	Versammlungsraum	DEC, Lüftung	60 kW	Solarluftkollektor	100	geht 2000 in Betrieb
Fraunhofer ISE Freiburg	Testanlage	DEC	24 kW	Solarluftkollektor, je 20 Flachkollektor		geht 2000 in Betrieb

**Tabelle 1:** Solare Gebäudeklimatisierung – Anlagen in Deutschland (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

die Unterschiede zwischen den installierten spezifischen Kollektorflächen geringer und liegen zwischen  $0.93 \text{ m}^2/\text{kW}$  und  $3.3 \text{ m}^2/\text{kW}$ . Allerdings ist in Abb. 2 zu berücksichtigen, dass die Wahl der installierten Kollektorfläche in einigen Fällen durch andere Randbedingungen als die solare Klimatisierung vorgegeben ist.

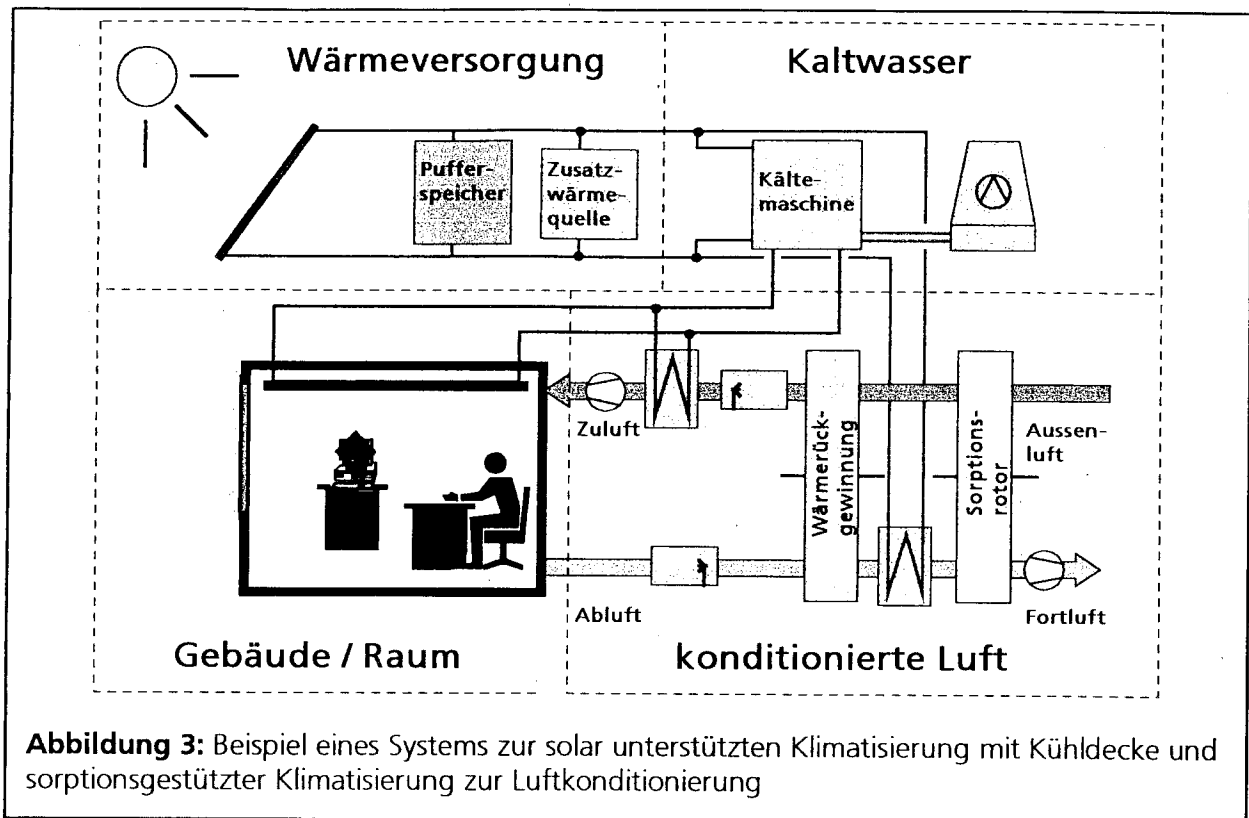


Die Ergebnisse aus Subtask A werden in einem technischen Bericht dokumentiert werden. Die Arbeiten hierzu werden dieses Jahr beendet werden.

### Subtask B: Design tools and simulation programs

Hauptziel von Subtask B ist die Entwicklung eines computergestützten Design-Tools für planende Ingenieure. Neben Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wird die Verfügbarkeit eines entsprechenden Auslegungswerkzeuges als eine Hauptvoraussetzung für eine breite Anwendung von Solarsystemen zur Raumklimatisierung angesehen. Die wesentlichen Charakteristika des Auslegungswerkzeuges sind demzufolge:

- Abbildung der wichtigsten Systemkombinationen zur solar unterstützten Klimatisierung in ‚fest verdrahteten‘ Systemen; dabei werden sowohl reine Luftsysteme, reine wassergeführte Kühlsysteme als auch Kombinationen berücksichtigt. Die Vielfalt der Möglichkeiten zeigt beispielhaft Abbildung 3.



- Durchführung von Jahressimulationen auf Stundenbasis unter Verwendung von stationären Modellen (Kennlinien-Modelle)
- Menügeführtes WINDOWS-Programm mit wenig Einarbeitungsaufwand
- Anwendung zur Durchführung von Machbarkeitsstudien sowie dem Vergleich verschiedener Systemvarianten (z.B. Variation von Kollektortyp und -fläche)
- Aussagen zur Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Referenzanlagen

Es wurde innerhalb der beteiligten Institutionen begonnen, verfügbare geeignete Modelle für wärme-, kälte- und klimatische Komponenten zu sammeln und grundlegende Fragen der Programmstruktur zu klären.

### Subtask C: Technology, market aspects and environmental benefits

In diesem Arbeitsbereich wird auf die Komponenten und Systeme zur solar unterstützten Klimatisierung eingegangen. Einerseits wird eine Marktübersicht aller wesentlichen Komponenten erarbeitet werden. Diese umfasst unter anderem thermisch angetriebene Kältemaschinen (Absorptionstechnik, Adsorptionstechnik, Dampfstrahlkältemaschine), sorptionsgestützte Klimatisierungssysteme und deren wichtigste Komponenten (z.B. Sorptionsrotoren) und Solarkollektoren. Andererseits sollen neue Entwicklungen, die in den beteiligten Ländern durchgeführt werden und die für solare Klimatisierung relevant sind, aufgegriffen und in Form einer Querschnittsanalyse dargestellt werden. Dies betrifft ebenfalls sowohl klima- und kältetechnische Verfahren und Komponenten als auch Solarkollektoren. Des Weiteren werden Fragen der Regelungstechnik, die für Anlagen der solar unterstützten Klimatisierung in aller Regel aufwendiger ist als für vergleichbare konventionelle Anlagen, eingehend behandelt werden. Wesentliches Produkt der Arbeiten wird ein Handbuch zur solaren Kühlung sein, das dem Planer wichtige Hinweise geben kann für Komponentenauswahl, Systemtechnik und Anlagenplanung.

#### **Subtask D: Demonstrationsprojekte**

Im Rahmen einiger Demonstrationsvorhaben, die in den beteiligten Ländern durchgeführt werden, sollen Anlagen detailliert messtechnisch begleitet und evaluiert werden. Nach Möglichkeit sollen dabei alle wichtigen Technologien vertreten sein. Von den Demonstrationsvorhaben werden einerseits belastbare Resultate hinsichtlich möglicher Energieersparnisse und der Wirtschaftlichkeit erwartet, andererseits sollen die Ergebnisse helfen, Probleme in Planung und Betrieb aufzuzeigen und Problemlösungen zu dokumentieren. Schließlich können gezielte Messungen auch der Validierung der entwickelten Auslegungswerkzeuge und Komponentenmodelle dienen. Die Demonstrationsvorhaben sollen ebenfalls in einem Buch, das sich an Planer und Architekten sowie interessierte Bauherren wendet, dokumentiert werden.